

# **Schutzwirkung des Waldes gegen Steinschlag**



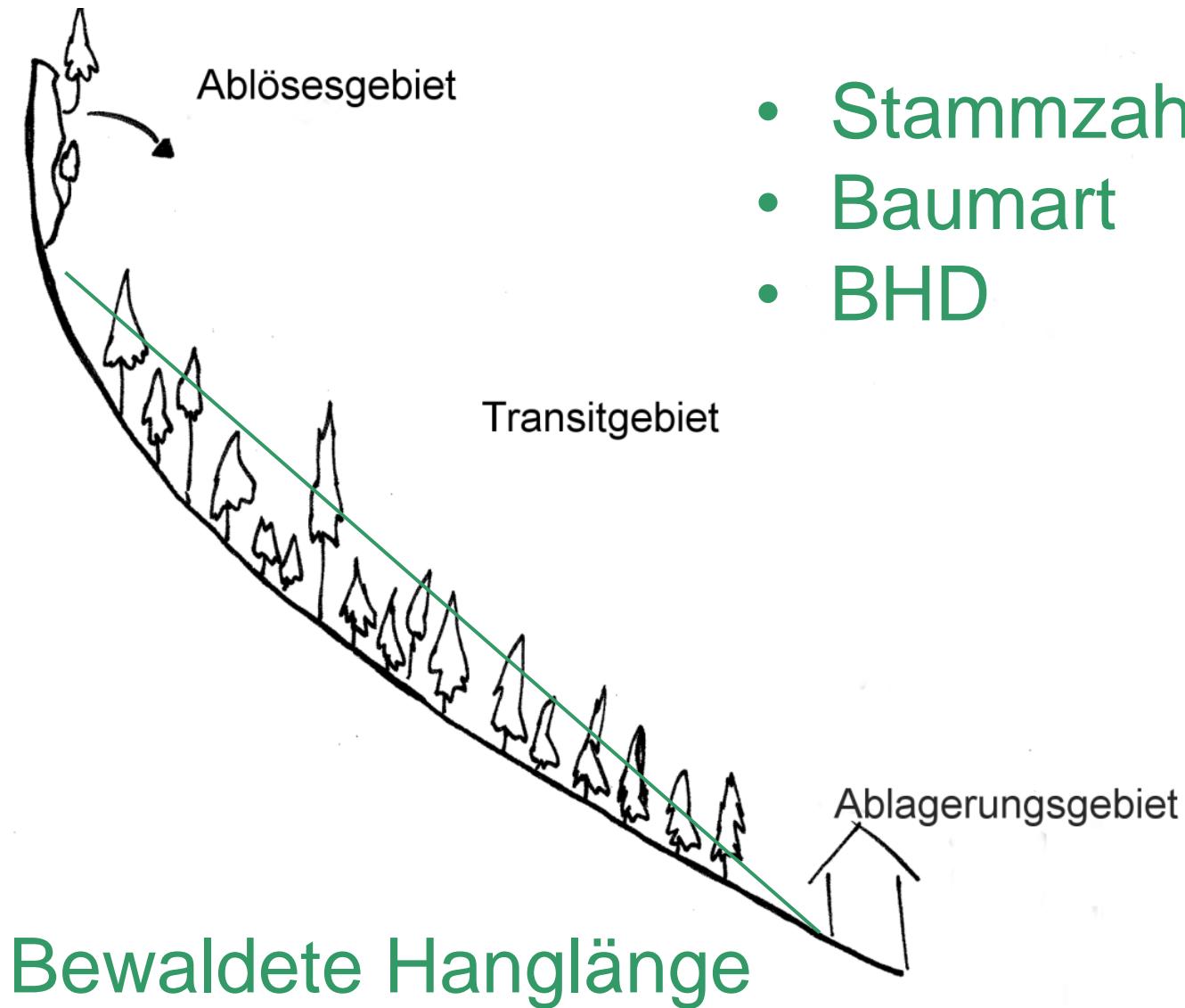
- «Barrierenwirkung»
- Energiereduktion



$$R = P_{Ablösung} \times P_{Err} \times P_{präsenz} \times W \times SE(I)$$



# Schutzwirkung Wald

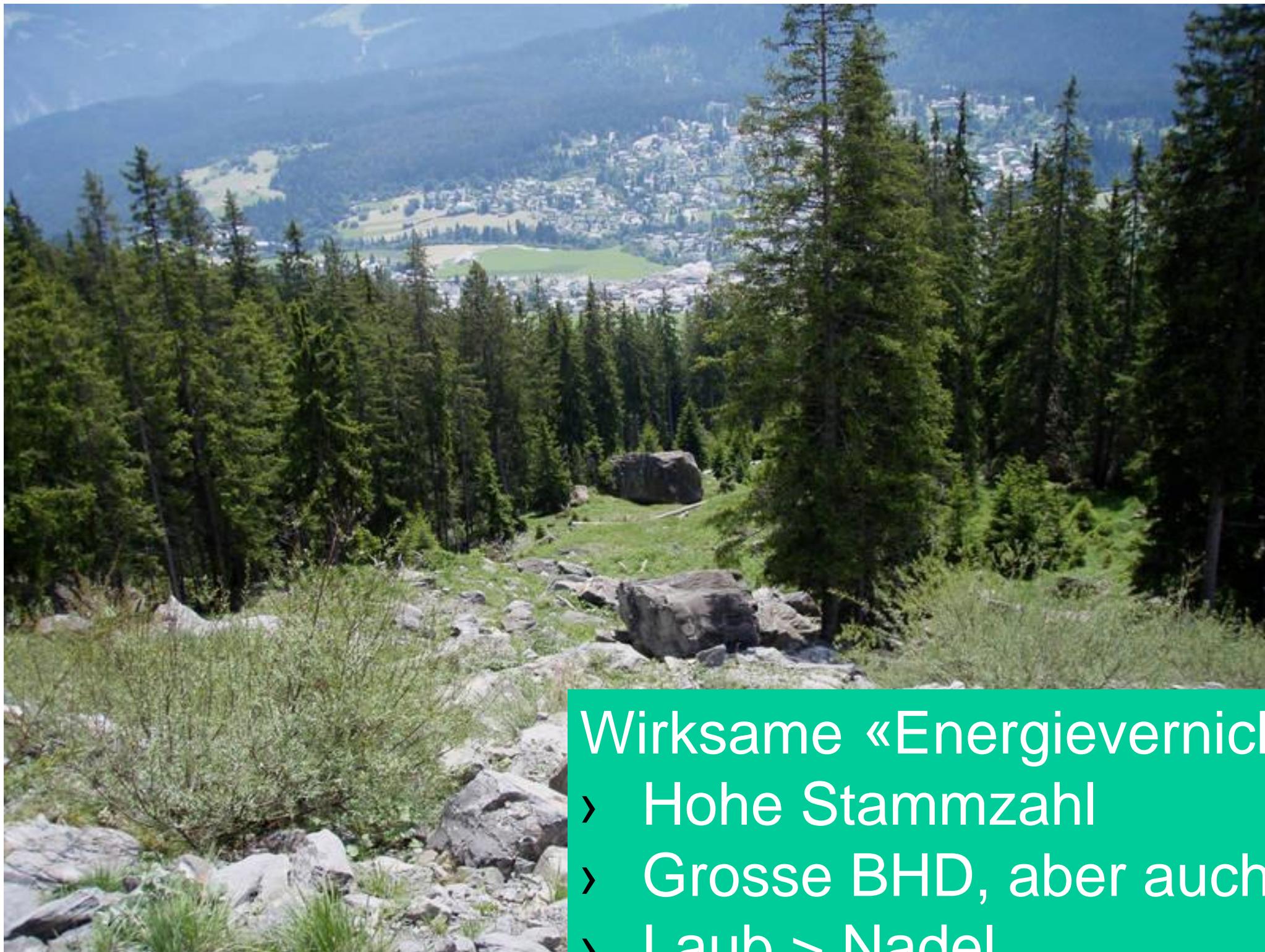


- Stammzahl
- Baumart
- BHD

Blockvolumen



Gelände: Neigung,  
Dämpfungseigenschaften, Rauigkeit



## Wirksame «Energievernichter»:

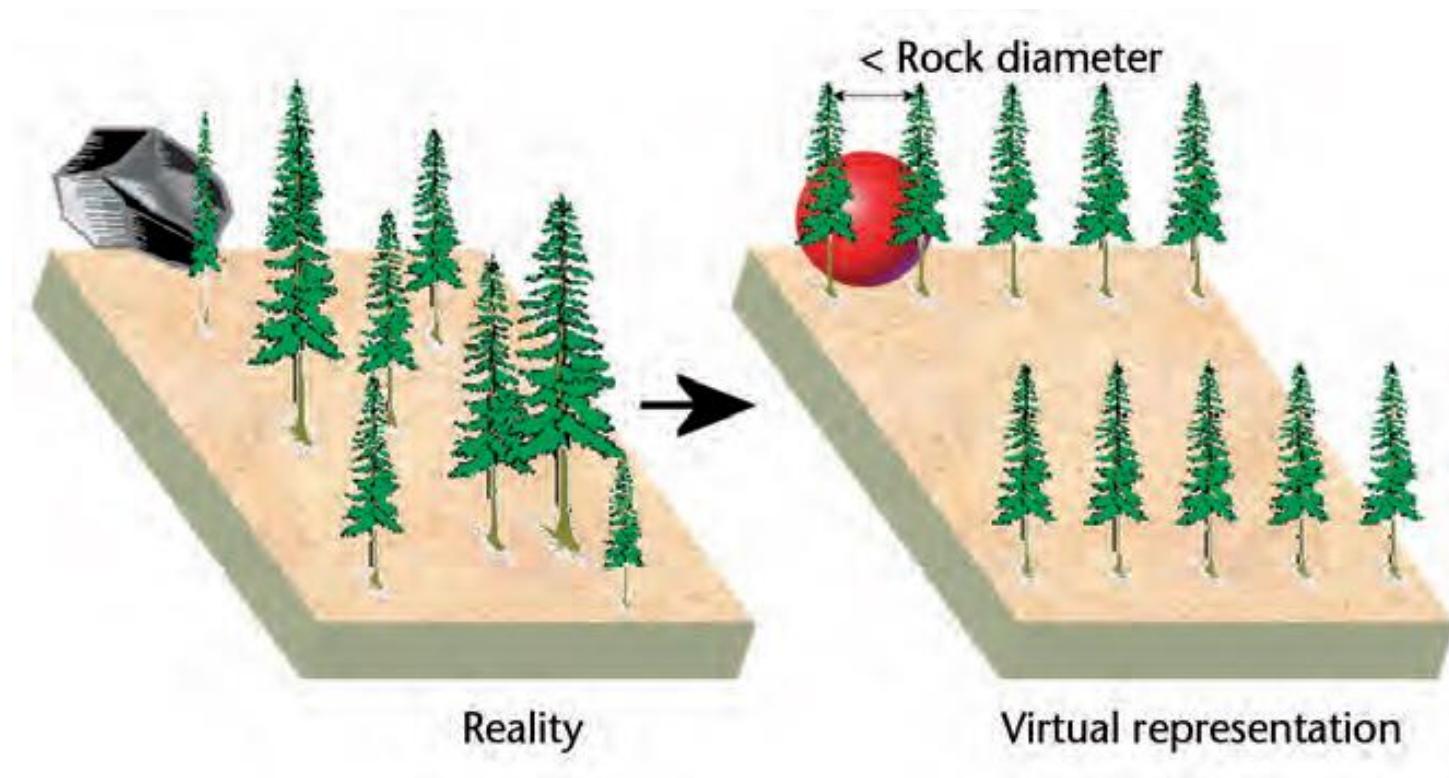
- › Hohe Stammzahl
- › Grosse BHD, aber auch kleine
- › Laub > Nadel
- › Liegende Bäume / hohe Stöcke
- › Gelände: Abflachungen, grosse Dämpfung

2

**Nals-Steinschlagtool +  
Waldansprache**

# NaiS - Steinschlagtool

- Wald als Sequenz «offener Steinschlagnetze»
- Potentielle Energiereduktion jedes «Netzes» & Anzahl «Netze» für totale Energiedissipation
- Benötigte Grundfläche (mit mittlerem BHD)



## Benötigte Angaben für das NaiS Anforderungsprofil

### Steinschlag

#### Beschreibung des Steines

Steingrößen (Höhe, Breite, Tiefe)

1 x 1 x 1 m

Gesteinsdichte

2500 kg/m<sup>3</sup>

Form des Steines

eckig

#### Beschreibung des Hanges

Mittlere Hangneigung

38 °

Höhe der Felswand

5 m

Bewaldete Hanglänge (horizontal gemessen)

250 m

Unbewaldete Hanglänge unter Felswand (hor. gemessen)

0 m

#### Aktuelle Baumartenmischung (Anteil Deckungsgrad)

- Fichte (*Picea abies*)

70 %

- Tanne (*Abies alba*)

0 %

- Buche (*Fagus sylvatica*)

30 %

- Übrige Laubbäume

0 %

- Übrige Nadelbäume

0 %

#### Zusätzliche Angaben zur Berechnung der aktuellen Schutzwirkung des Waldes (optional)

Stammzahl mit BHD 8 - 12 cm

St./ha

Stammzahl mit BHD 12 - 24 cm

St./ha

Stammzahl mit BHD 24 - 36 cm

St./ha

Stammzahl mit BHD ≥ 36 cm

St./ha

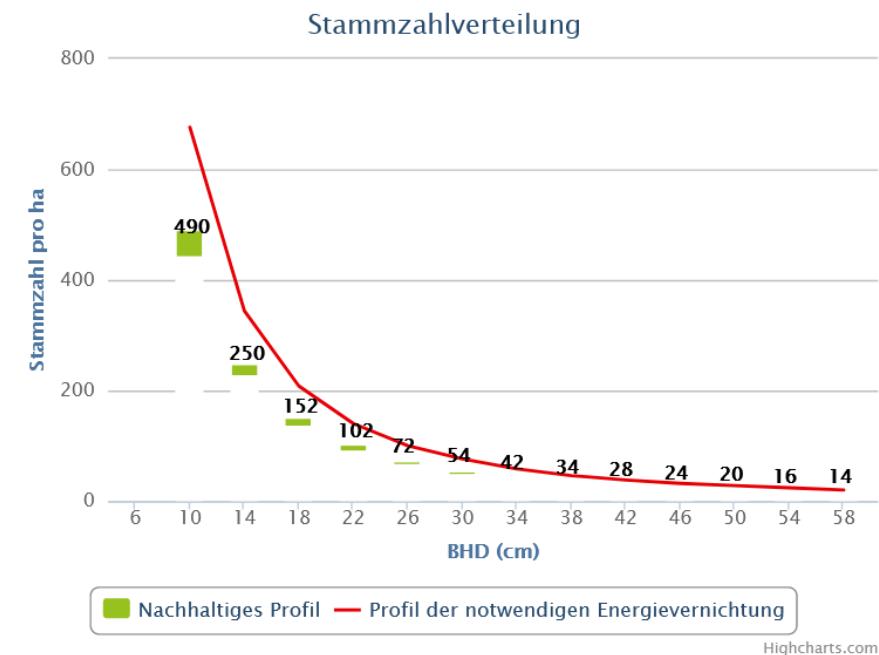
#### ODER

Stammzahl (BHD ≥ 8 cm)

350 St./ha

Grundfläche (BHD ≥ 8 cm)

30 m<sup>2</sup>/ha



- Nachhaltige Grundfläche ab 8 cm BHD: 45 m<sup>2</sup>/ha (Minimalprofil) bis 50 m<sup>2</sup>/ha

(Idealprofil)

- Grundfläche ab 8 cm BHD für die notwendige Energievernichtung (damit möglichst alle Steine gestoppt werden): 68 m<sup>2</sup>/ha

#### 2. Aktuelle Schutzwirkung des Waldes:

25 - 50 %

# Waldansprache: Fernerkundung

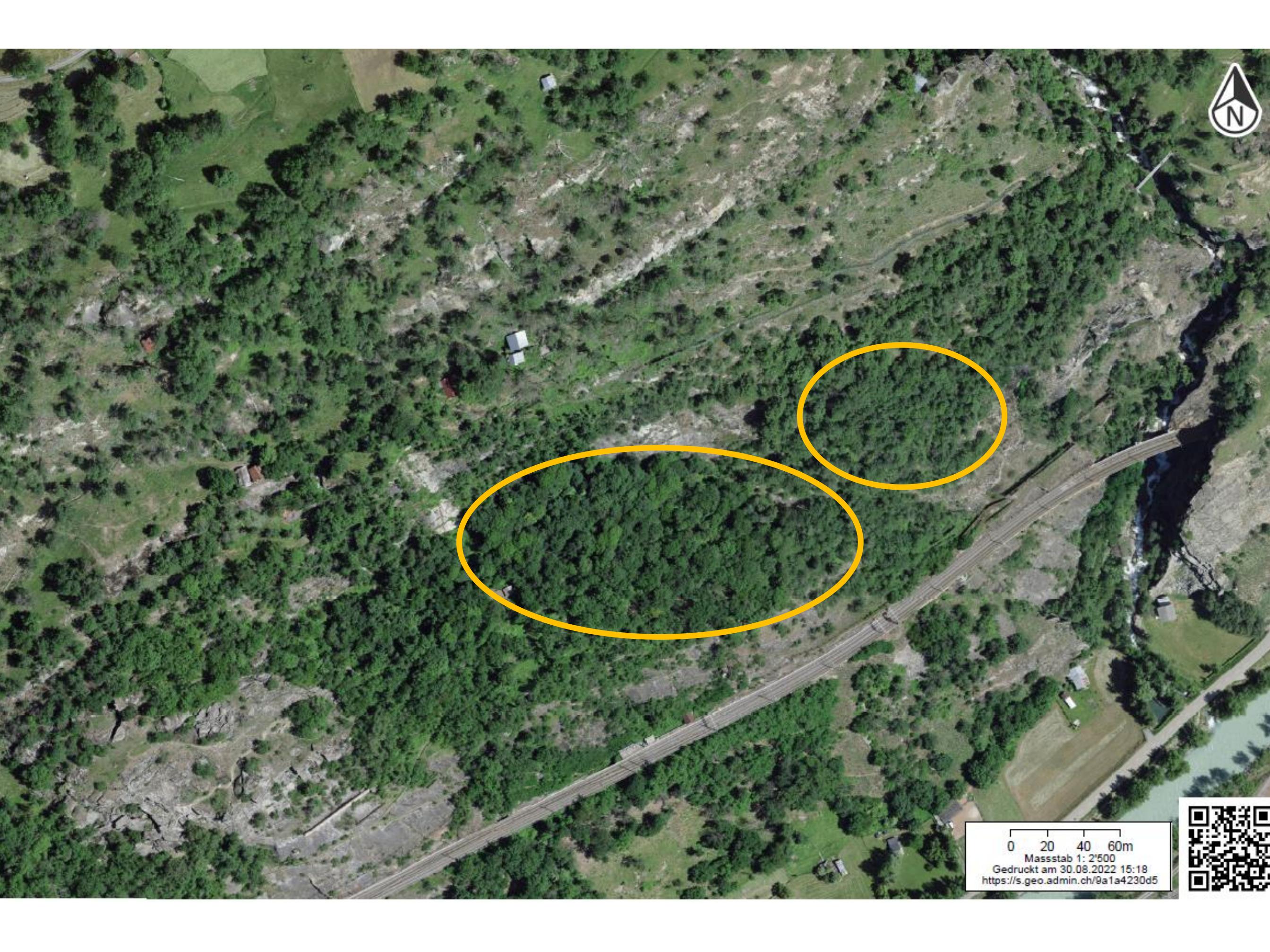
- **Einzelbaumerkennung** basierend auf Vegetationshöhenmodell (z.B. LiDAR)  
→ Modelle (z.B. FINT)
- **Luftbild** zur Ausscheidung homogener «Waldpolygone»
- **Aufwand:** einige Stunden (abh. vom Datensatz)



Genaue räumliche Struktur; geringerer Aufwand (insbes. für grosse Gebiete)



Unterschätzung der Stammzahlen (Unterschicht wird schlecht detektiert)



0 20 40 60m  
Massstab 1: 2'500  
Gedruckt am 30.08.2022 15:18  
<https://s.geo.admin.ch/9a1a4230d5>





About FINT

Output directory: C:/Users/moc2

Browse

Input model(s):

Digital Elevation and Surface Models

Normalized Surface Model

DEM file:

Browse

DSM file:

Browse

Minimum tree Height: 4 m

Function for Diameter at Breast Height (cm):

DBH =  $H^{1.25}$

Custom DBH =



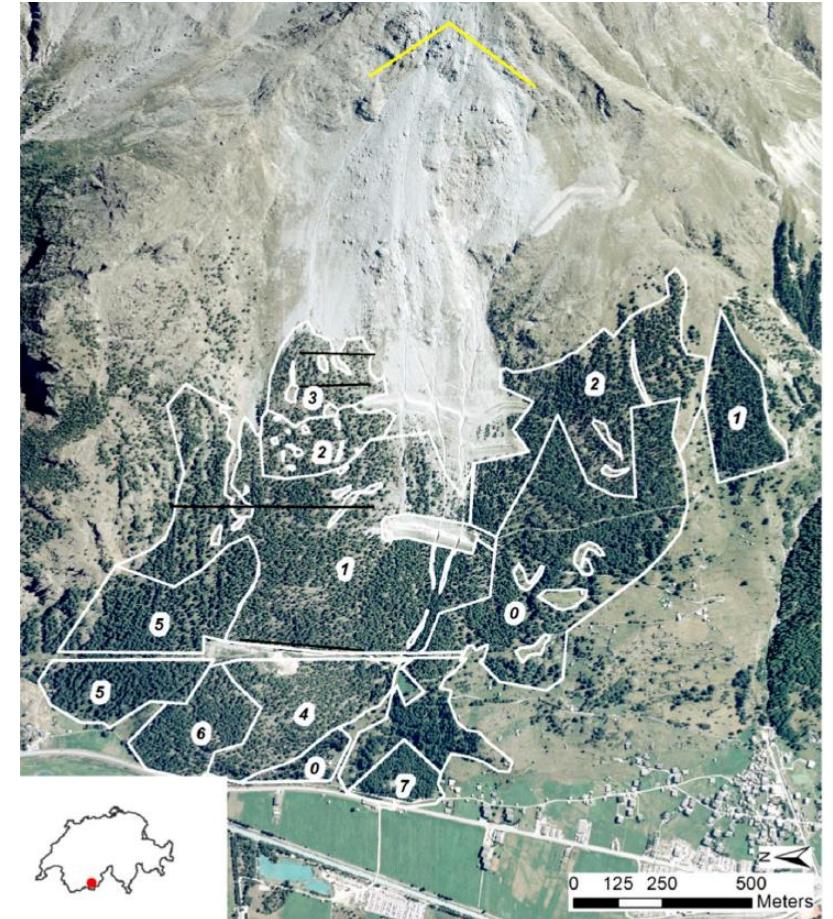
Randomize calculated DBH values +/- 20 %

Run



# Waldansprache: Aufnahmen im Feld

- 1-2 **Stichproben** pro einheitlichem «Waldpolygon»
- **Waldpolygone**: Luftbild / Feld
- Stichproben: min. 10x10m, besser 20x20m (Vollkluppierung)
- Zusätzlich nützlich: Bitterlich / Moti (> Grundfläche)
- **Aufwand**: 0.5-1 Tag (inkl. andere Modellparameter) > abh. vom Gebiet



Waldpolygone Täsch



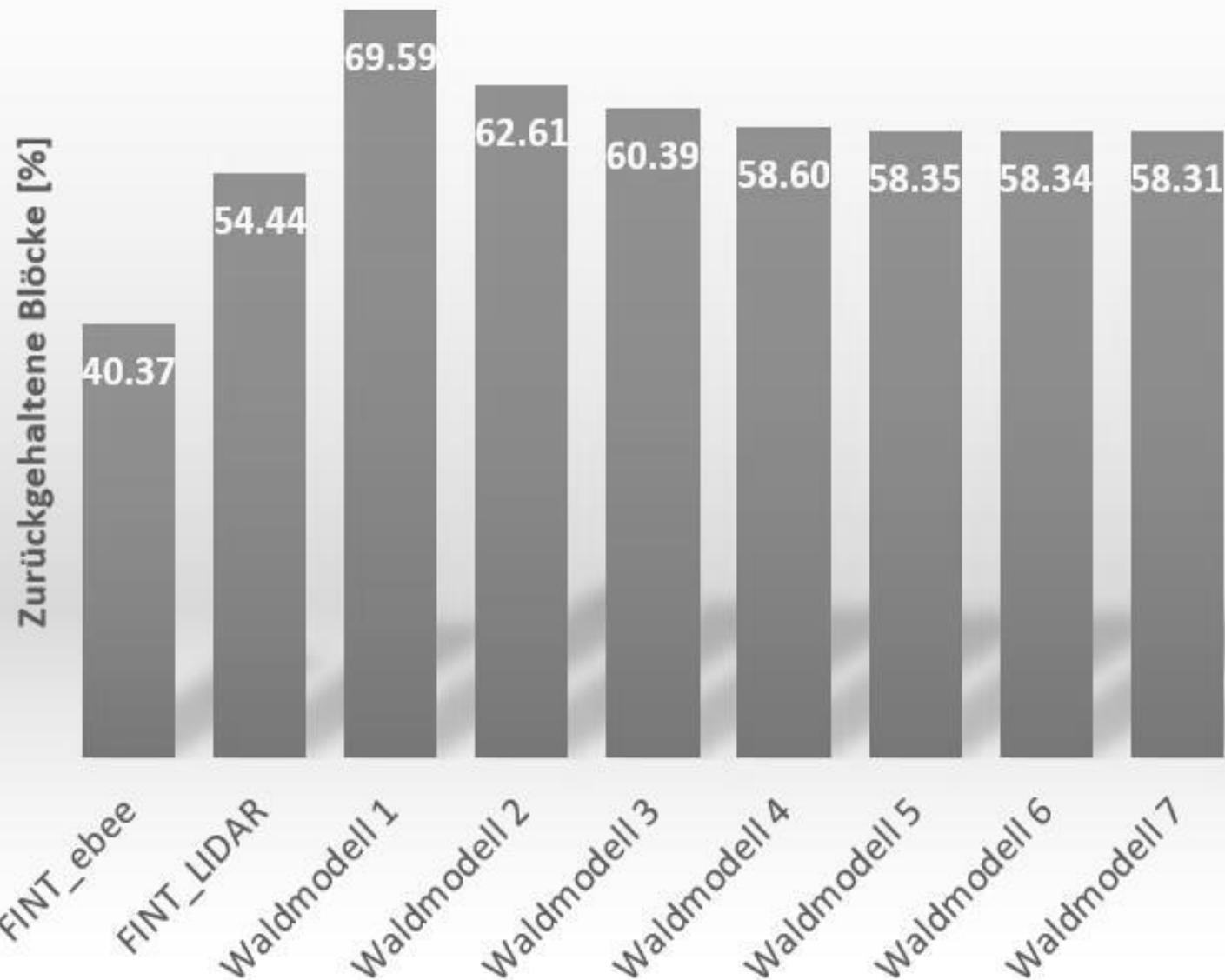
Genauere BHD-Verteilung / Stammzahlen (keine Unterschätzung der Unterschicht)



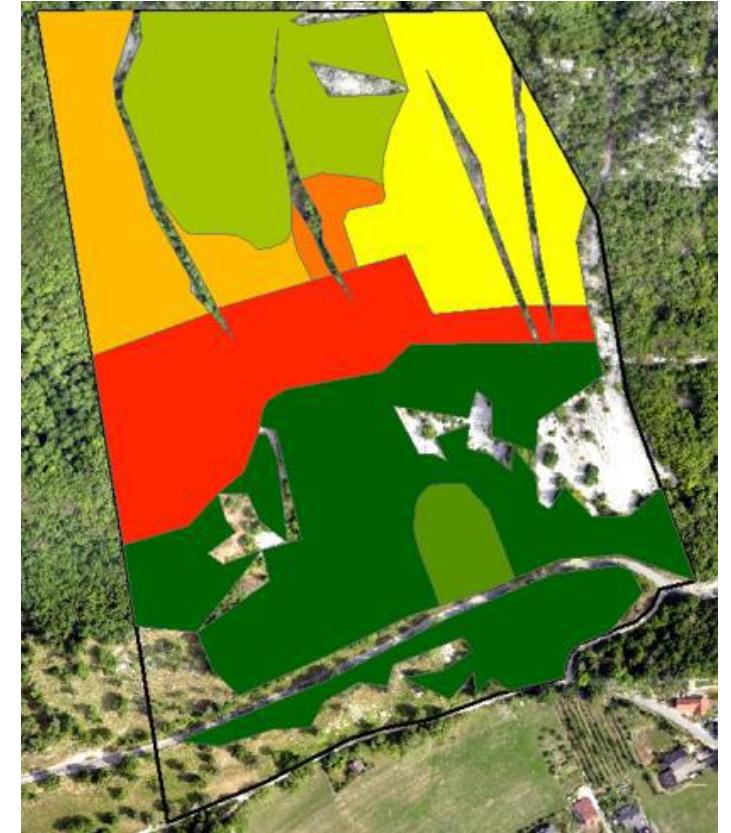
Grösserer Aufwand; Genauigkeit stark abhängig von Wahl und Ausführung der Stichprobe; Gefahr der Stammzahlüberschätzung

# Waldansprache: Aufnahmen im Feld

Total der zurückgehaltenen Blöcke über die gesamte Hanglänge



Vergleich der simulierten Anz. Zurückgehaltener Blöcke basierend auf verschiedenen Waldmodellen (FINT + Stichproben) (HAFL, 2017)



Beispiel Orvin: «Waldmodell 7»

- Optimum von «Aufwand und Ertrag»
- Abhängig vom Standort → keine allgemeingültige min. Anz. Stichproben

3

**Modellierung +  
Risikoreduktion**

## NaiS-Steinschlagtool

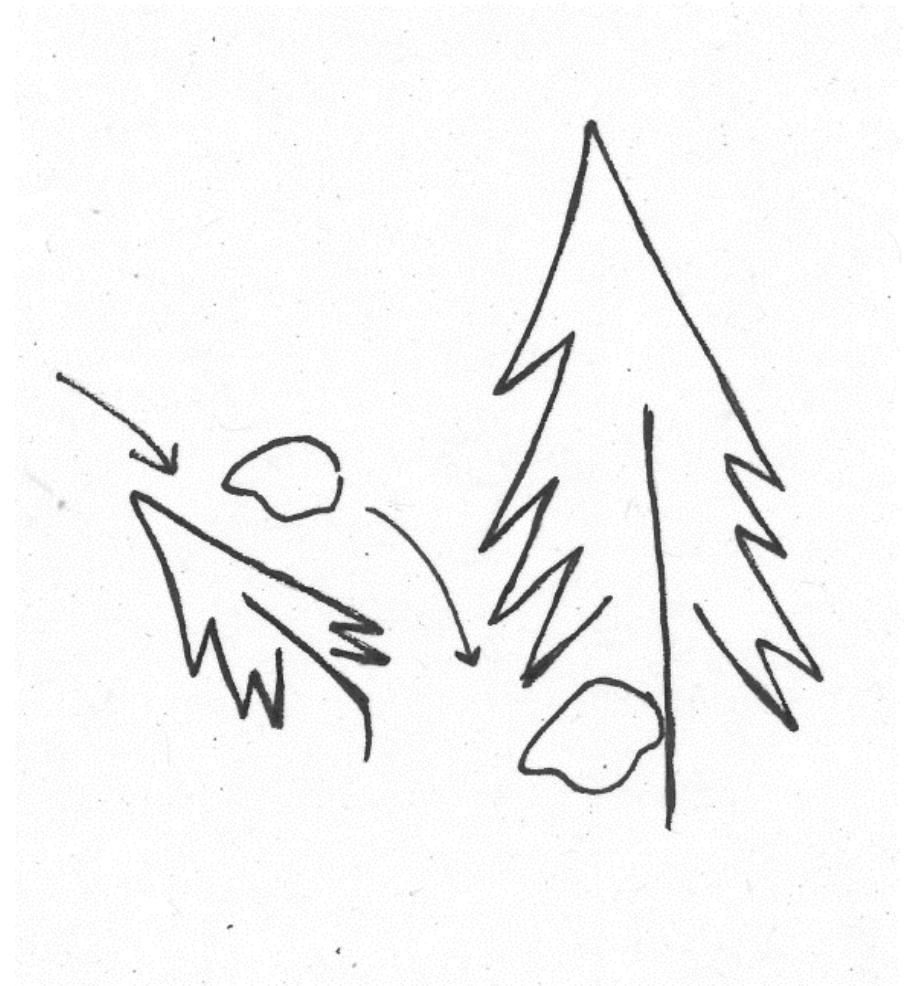
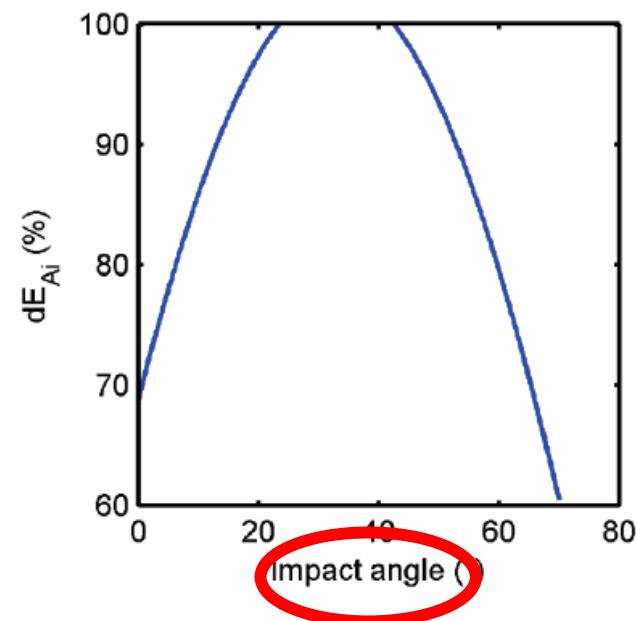
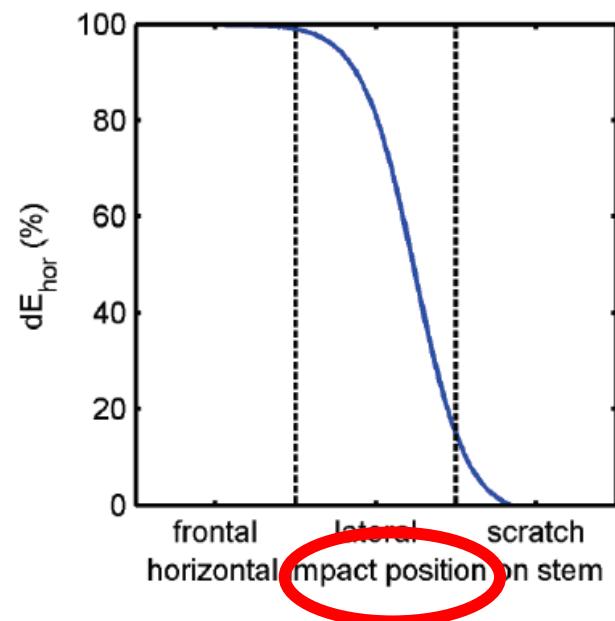
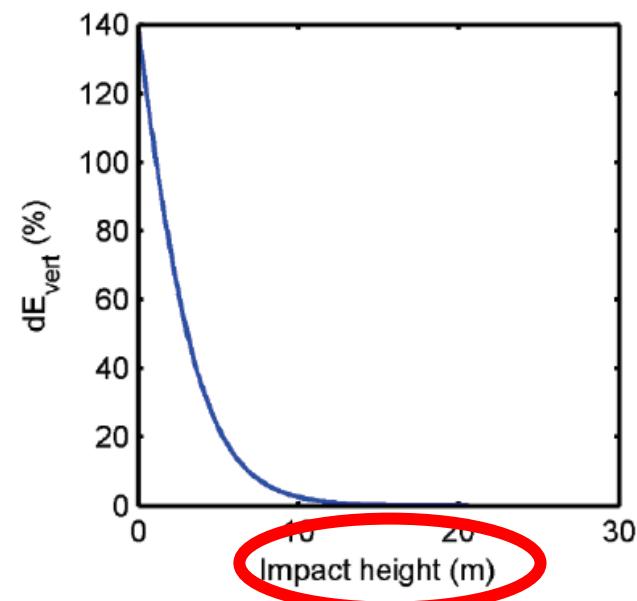
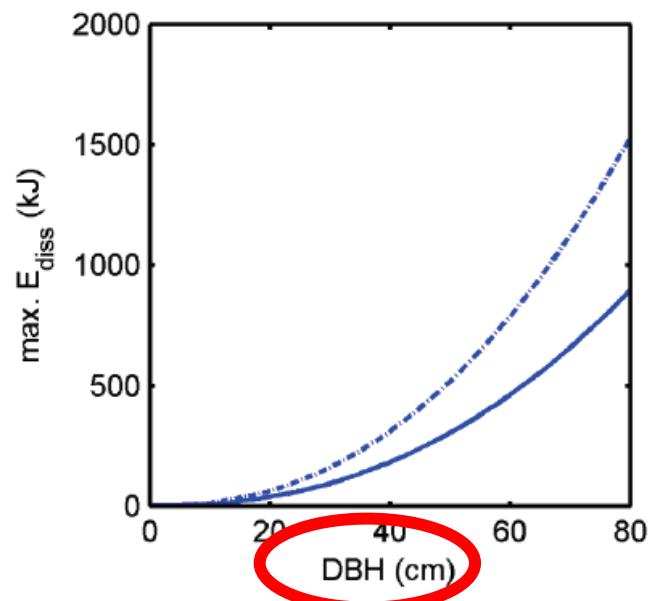
- Empirisches Modell basierend auf dem «Pauschalgefälle»
- 2D
- **Einflussgrößen:** Blockvolumen, mittlere Hangneigung, Hanglänge, Stammzahl, BHD, Nadel / Laub
- **Waldwirkung:** Bäume als «Netze», Energiereduktion pro Netz
- **Anwendung:** Grob, Schutzwaldmanagement NaiS
- **Aufwand:** gering, wenig Kenntnisse nötig

## 3D-Modelle

- Physikalisch / «probabilistisch-prozess-basiert»
- 3D
- **Einflussgrößen:** Blockvolumen, Ablösegebiet, Gelände (3D), Bodentyp, Oberflächenrauigkeit, Baumposition, BHD, Baumart
- **Waldwirkung:** Bäume räumlich explizit, Energiereduktion nach Aufprall
- **Anwendung:** Detaillierte Analyse (z.B. Massnahmenplanung, Risikoanalyse)
- **Aufwand:** mehrere Tage für einen Hang (Feld + Simulationen), Erfahrung nötig

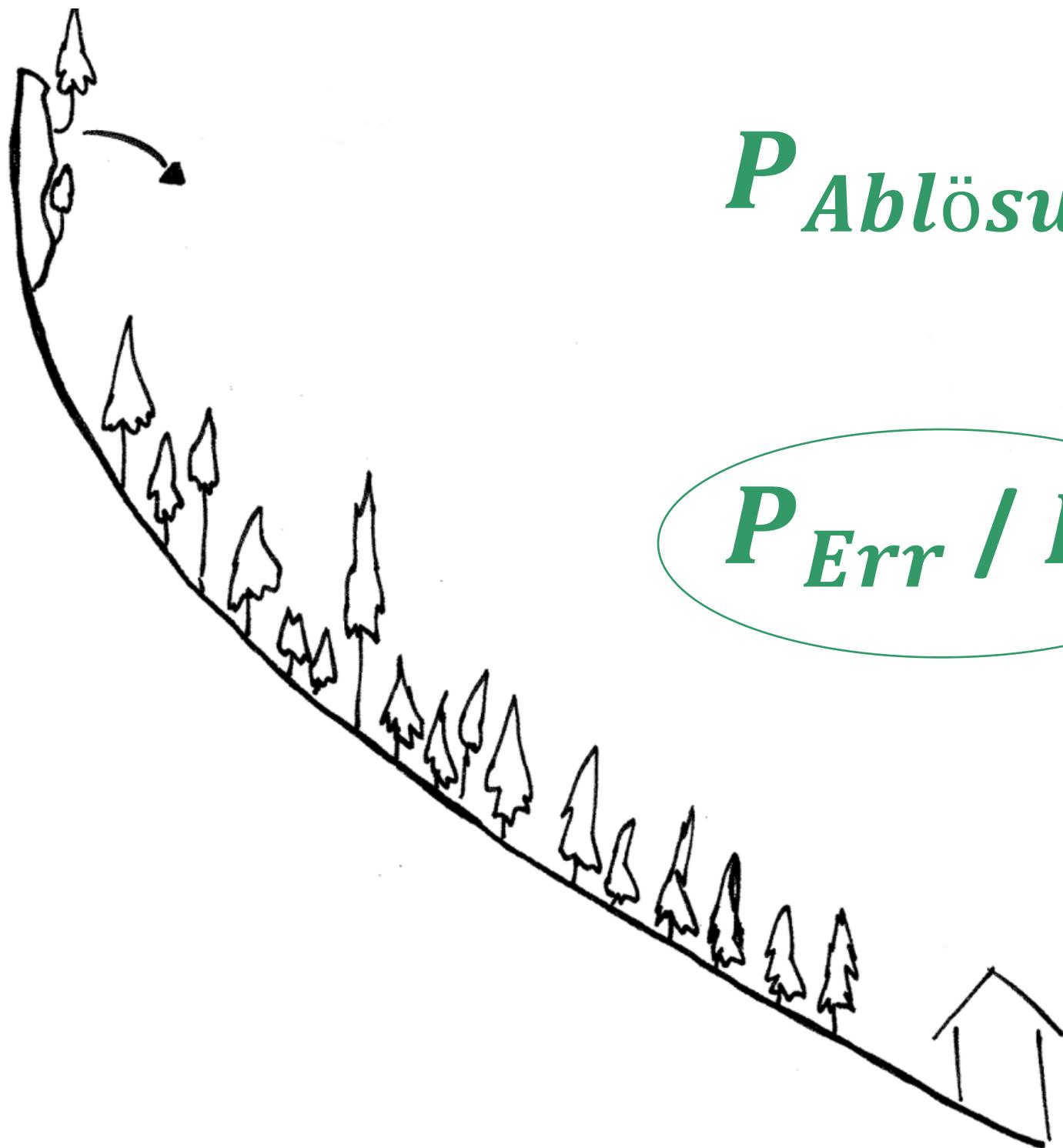
# Beispiel: RockyFor3D

- Energiereduktion nach Baumaufprall > empirische Funktionen



+ Baumart

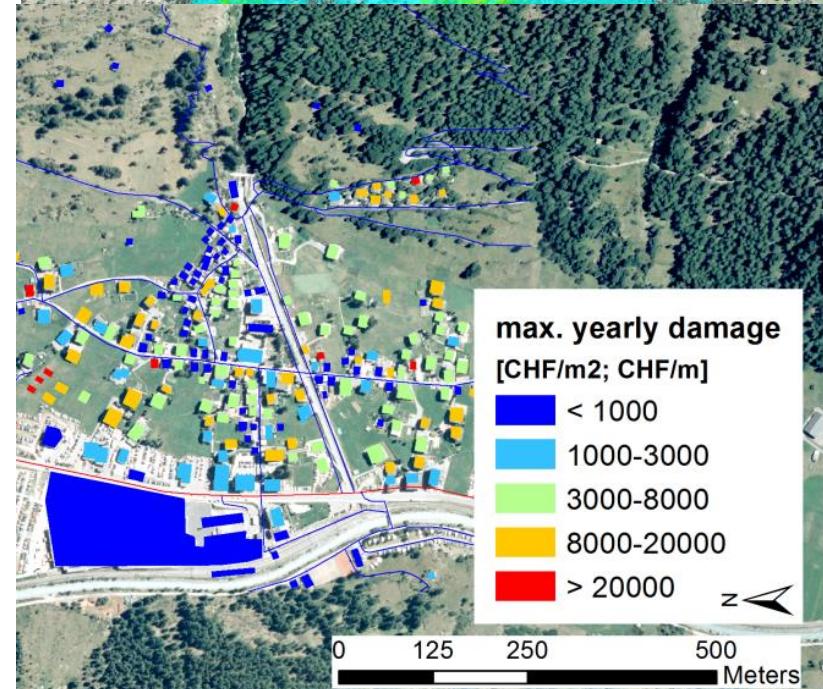
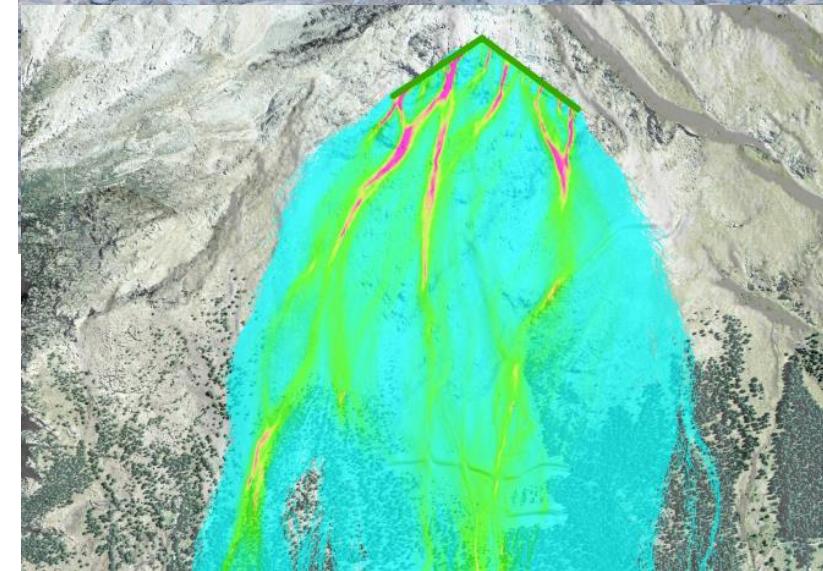
Aus Dorren et al., 2016

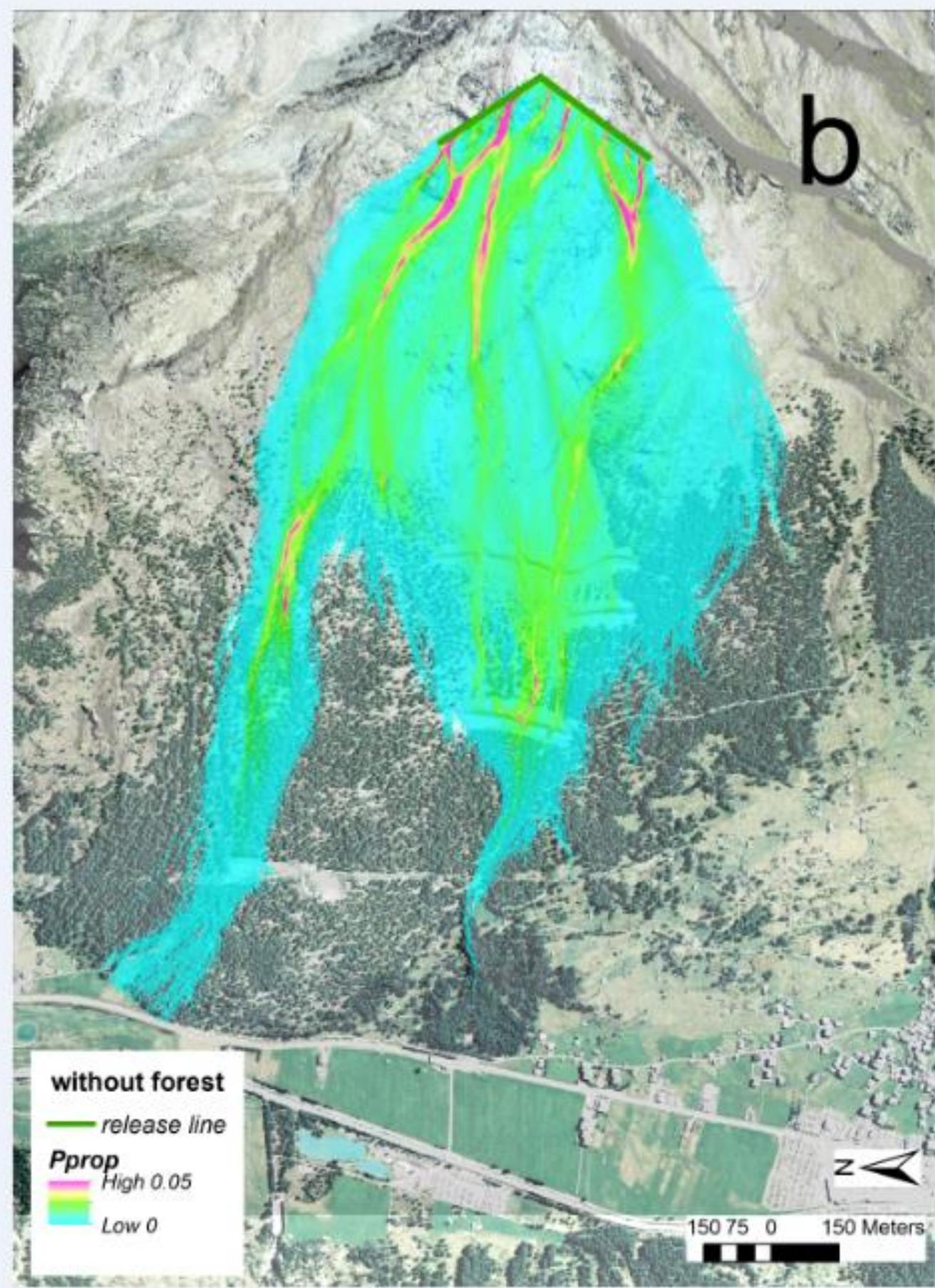
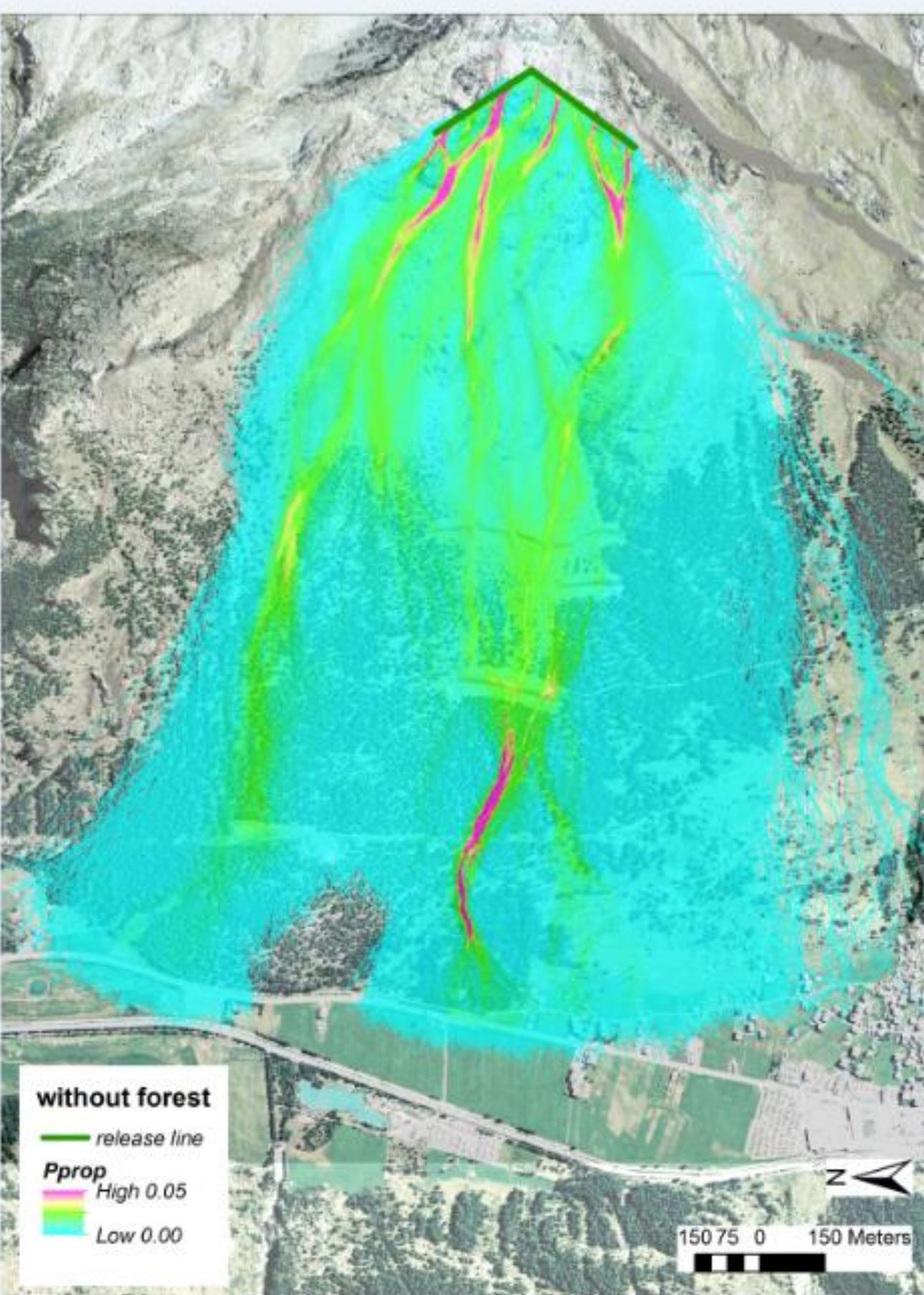


$P_{Ablösung}$

$P_{Err} / I$

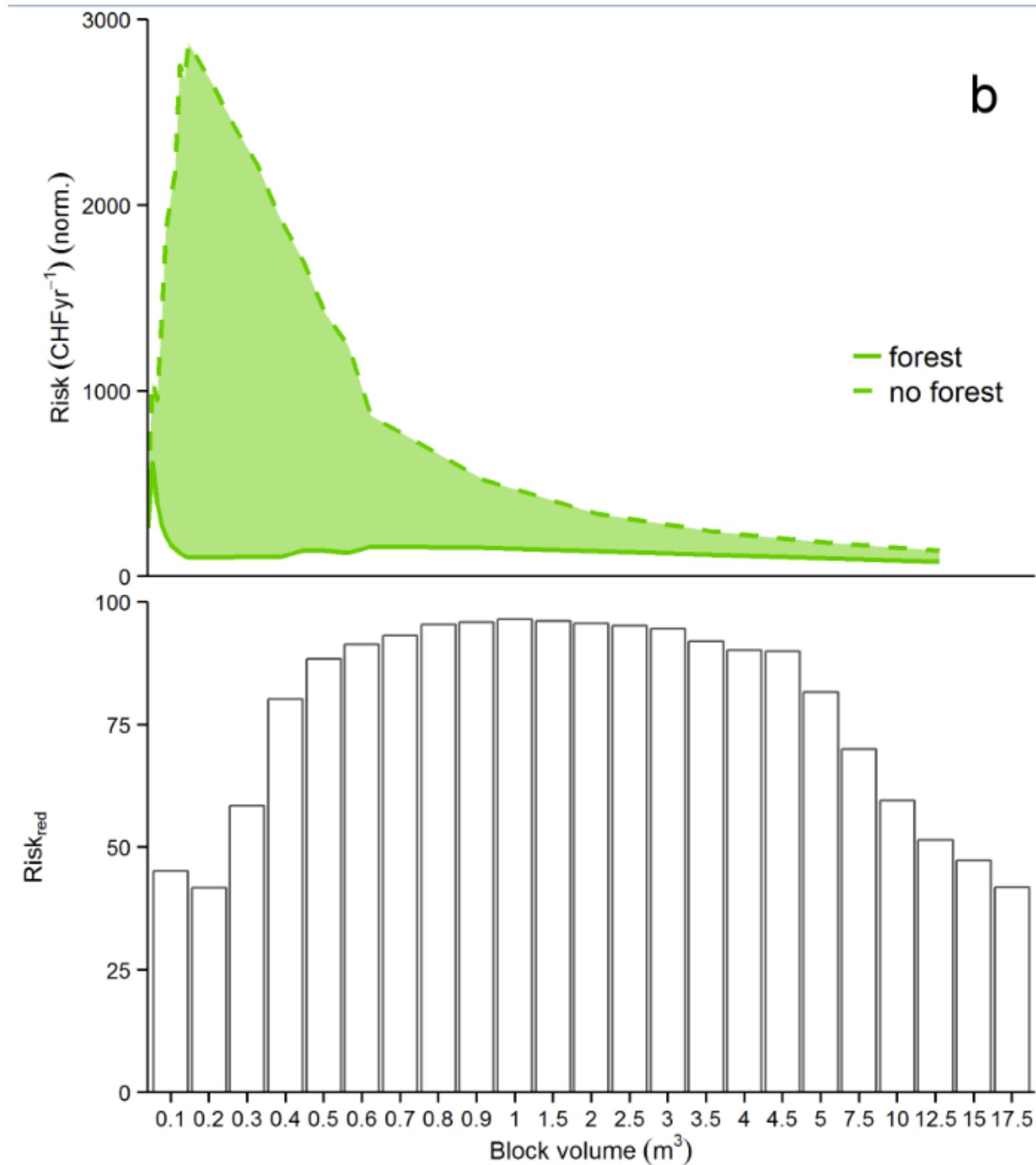
$P_{pr} / SE(I) / W$





Beispiel Täsch: Erreichenswahrscheinlichkeit ohne (links) und mit (rechts) Wald für einen 1m<sup>3</sup> Block (Moos et al. 2018)

# Risikoreduktion



*Risiko mit und ohne Wald (oben) sowie Risikoreduktion des Waldes pro Blockgrößenklasse für Täsch.*